

鋼製橋脚の疲労設計に用いる単一車線の活荷重補正係数

長崎大学工学部 学生会員 田川拓哉
 長崎大学工学部 正会員 中村聖三
 長崎大学工学部 フェロー 高橋和雄

1. まえがき

わが国の鋼道路橋においても疲労による損傷が無視できなくなってきた。橋梁上部工に対しての活荷重補正係数に関する研究は既に発表されているが、近年疲労損傷が発見されている鋼製橋脚隅角部の疲労設計に用いるための活荷重補正係数は検討されていない。そこで本研究では、モンテカルロシミュレーションにより、鋼製ラーメン橋脚隅角部に対する疲労設計荷重について検討する。その際、T 荷重を基本とし、車両重量の分布および実車両の軸配置と T 荷重との違いを T 荷重補正係数 α_0 により、橋上に複数の車両が同時に載ることによる影響を同時載荷係数 α_1 により考慮するとの立場を取り、両係数に対する車種構成、車両速度、時間交通量、支間長などのパラメータの影響を考慮する。

2. 荷重列のシミュレーション^{1), 2)}

図 - 2 に荷重列のシミュレーションの流れを示す。荷重列を作る際の入力データは、交通流の車種構成率と一車線あたりの時間交通量とする。各過程での計算方法は次のとおりである。

(1) 車種構成

車種は図 - 1 に示す 5 種類のモデルに分類する。また本研究では、表 - 1 に示す 2 種類の車種構成モデルを対象とし、それぞれの車種構成率に従うように一様乱数によって車種を決定する。

(2) 車両の重量分布

2 種類の小型車両 (C, ST) の寄与は疲労被害に対しては無視できるものと考えられるので、解析を簡略化するため 3 種類の大型車両 (LT, LLT, TT) の重量分布のみを考慮する。これらの大型車両重量は対数正規分布に従うものと仮定する。各大型車両の重量に対する平均値、標準偏差は表 - 2 に示す値を用いる。

(3) 車頭時間間隔

車頭時間間隔は式(1)で表現されるアーラン分布に従うと仮定する。その際、文献3)に従い、 $n=3$ とする。

$$f(t) = \frac{1}{I} e^{-t/I} (t/I)^{n-1} / (n-1)! \cdots (1) \quad \text{平均値} ; E(t)=n / I \quad \text{分散} ; n / I^2$$

3. 解析方法

本研究では、図 - 3(a) に示す連続するスパン L の単純桁を支持する橋脚の隅角部を検討対象とする。この場合、検討位置に生じる応力は図 - 3(a) の P 点での反力と比例関係にあるので、この反力を活荷重補正係数を求める際に代表させることにする。シミュレーションにより求めた荷重列が通過する

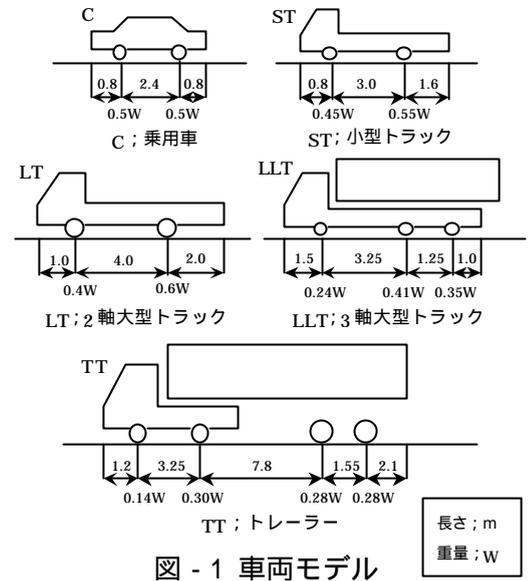


図 - 1 車両モデル

表 - 1 シミュレーションに用いた車種構成 (%)

交通流モデル	C	ST	LT	LLT	TT
A	10	5	25	50	10
B	50	5	20	20	5

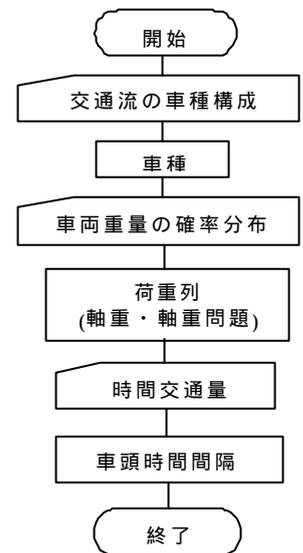


図 - 2 荷重列シミュレーション

表 - 2 車種別平均・標準偏差

車種	平均(tonf)	標準偏差(tonf)
LT	8.1	3.2
LLT	17.7	6.1
TT	22.2	9.6

キーワード ; 疲労, 設計荷重, 鋼製橋脚, 補正係数, モンテカルロシミュレーション,

長崎県長崎市文教町 1 番 14 号 電話(095)848 - 9639 FAX(095)848 - 9639

ときの反力の変動は、図 - 3(b)の影響線形状を用いてP点の反力の時刻歴に変換し、これに対してレインフロー法を適用して反力範囲の頻度分布を求める。得られた頻度分布から、次式により等価反力範囲を求める。

$$V_{eq} = \sqrt[3]{\sum(V_{ri})^3 \cdot f_i} \dots (2)$$

ここで、 V_{ri} は反力範囲、 $f_i = n_i / n_i$ 、 n_i は反力範囲 V_{ri} に対する頻度である。また、同じ荷重列を同時载荷の全く生じない状態で载荷させた場合と代表荷重 20tonf を载荷させた場合についても、同様に等価反力範囲を求める。

最終的に、鋼製橋脚の隅角部における単一車線の同時载荷係数 γ_1 と T 荷重補正係数 γ_{20} は次式により算定される。

$$\gamma_1 = \sqrt[3]{\frac{\text{シミュレーションによる等価反力範囲}}{\text{同時载荷がない場合の等価反力範囲}}} \dots (3)$$

$$\gamma_{20} = \sqrt[3]{\frac{\text{同時载荷がない場合の等価反力範囲}}{\text{代表荷重20tonfによる等価反力範囲}}} \dots (4)$$

本研究では、支間長 L 、車両速度 V 、時間交通量 Q をパラメータとし、それぞれを $L = 10, 20, 50(m)$ 、 $V = 50, 70, 100(km/hr)$ 、 $Q = 500, 1000, 1500(台/hr)$ と変化させて検討を実施した。

4. 解析結果と考察

支間長 L ・車両速度 V ・時間交通量 Q を変化させることにより得られた同時载荷係数 γ_1 と荷重補正係数 γ_{20} を図 - 4・図 - 5 に示す。

図 - 4 より L 、 Q が大きくなると同時载荷係数 γ_1 の値も大きくなっている。これは L 、 Q の値が大きくなると、それに伴い同時载荷する車両数も増加するためだと考えられる。一方、 V が大きくなると γ_1 の値は小さくなっている。これは車頭時間間隔を定めているので、 V が大きくなると車頭距離間隔も大きくなり、それより同時载荷する車両数が減少するからだと考えられる。

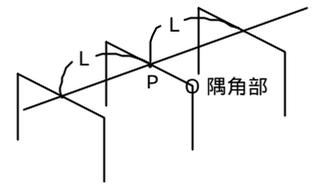
図 - 5 より L が大きくなると T 荷重補正係数 γ_{20} の値も大きくなっている。これは L が大きくなることによって、図 - 3(a)の P 点の反力に対する軸配置の影響が小さくなり、相対的に集中荷重に近づいてくるからだと考えられる。また、 V 、 Q は大きくなっても γ_{20} の値はほぼ変化がない。これは荷重補正係数 γ_{20} は同時载荷の影響を考慮してないため、 V 、 Q が変化してもその影響が γ_{20} に及ぶことはないからだと考えられる。

6. あとがき

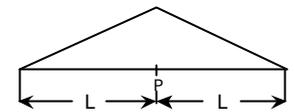
本研究では仮定した交通流モデル A・B について、同時载荷係数 γ_1 および T 荷重補正係数 γ_{20} に及ぼす各パラメータの影響について検討を行った。しかし、検討対象とした交通流や上部工構造が限られており、今後、さまざまな交通流モデル、1 方向多車線、連続桁、主桁数が増えた場合などの検討を行う必要がある。

参考文献

- 1) 三木千壽・杉本一郎・宮崎早苗・森猛：鋼道路橋の疲労照査のための荷重に関する研究，構造工学論文集，Vol.36A，pp.975～984，1990。
- 2) 三木千壽・後藤祐司・村越潤・館石和雄：シミュレーションによる道路橋の疲労設計活荷重の研究，構造工学論文集，Vol.32A，pp.597～608，1986。
- 3) 久保雅邦・篠塚正宣：自動車交通流の配列に関する確率的考察，土木学会第 38 回年次講演会，1983-10



(a) 対象構造



(b) P 点での反力の影響線形状

図 - 3 解析モデルと影響線

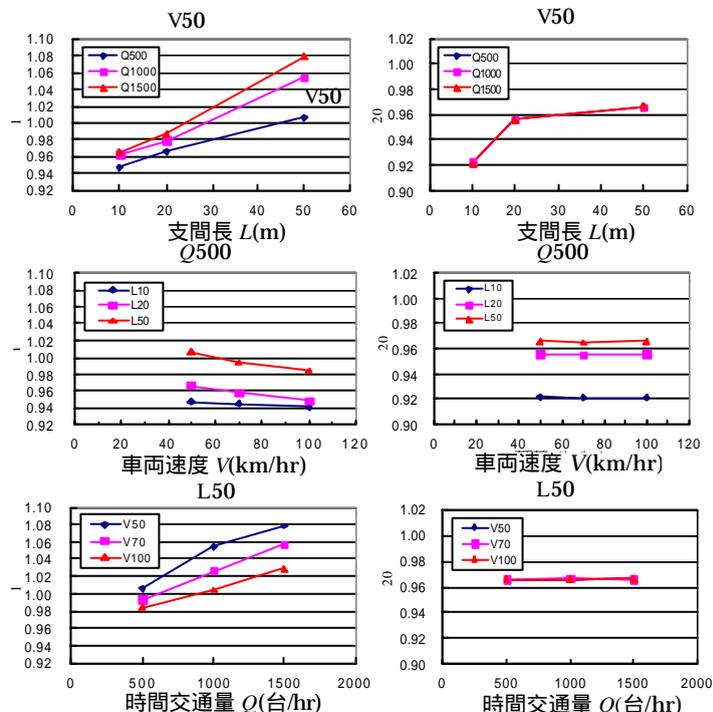


図 - 4 同時载荷係数

図 - 5 荷重補正係数 γ_{20}